

носителем паспортного значения (0,74) обусловлено превышением нагрузочного момента в опыте (2,64 Н·м) относительно номинала (2,54 Н·м), а также наличием значительного момента механических потерь на соединительных элементах испытательной установки (муфты, сборные валы).

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

- наличие эксцентриситета ротора существенно снижает эффективность работы АД, что влечет перерасход электрической энергии;
- спектральный анализ тока статора позволяет осуществить выявление эксцентриситета ротора на начальных стадиях его развития, что дает возможность более эффективного планирования ремонтных работ;
- описываемый метод относится к онлайн диагностике и особенно хорошо подходит для установок, доступ обслуживающего персонала к которым затруднен и незапланированный выход из строя которых особо критичен.

Библиографический список

1. Sahil Sahni, Avid Boustani, Timothy Gutowski, Steven Graves. Electric motor remanufacturing and energy savings. MITEI-1, 2010.
2. Крупенин Н.В., Голубев А.В., Завидей В.И. Новые возможности в диагностике электрических машин // Электричество. 2011. № 9.
3. Петухов В.С., Соколов В.А. Диагностика состояния электродвигателей на основе спектрального анализа потребляемого тока. Центр электромагнитной безопасности. С. 1-5.
4. Датчики тока LEM HX 03-20 P [Электронный ресурс] URL: http://www.fek.by/doc/components/L_O/Lem/hx03-20p.pdf
5. Датчики напряжения LEM LV 25-P [Электронный ресурс] URL: http://www.fek.by/doc/components/L_O/Lem/lv25-p.pdf
6. Doosoo Hyun, Jongman Hong, Ernesto J. Wiedenburger. Automated Monitoring of Air-gap eccentricity for Inverter-fed Induction motors under standstill conditions. IEEE, 2010.
7. Bashir Mahdi Ebrahimi, Mehrsan Javan Roshtkhari. Advanced eccentricity fault recognition in permanent magnet synchronous motors using stator current signature analysis. IEEE, 2013.
8. Кужеков С.Л., Колпахчан П.Г., Сербиновский Б.Б., Рогачев В.А. Токи статора асинхронного двигателя с эксцентриситетом ротора // Известия вузов. Электромеханика. 2008. № 4.
9. Полищук В.И., Новожилов А.Н., Исупова Н.А. Обзор способов диагностики эксцентриситета ротора машин переменного тока // Известия вузов. Электромеханика. 2011. № 6.

ЭЛЕКТРОЭКСТРАКЦИЯ НИКЕЛЯ ИЗ СУЛЬФАТНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

*Сахипгареев Р.Р., Шапенов П.М., Чернышов А.А., Останин Н.И.
УрФУ, a.b.darintseva@ustu.ru*

Существует два способа получения электролитического никеля – электроэкстракция и электрорафинирование. В настоящее время в России используется технология электрорафинирования. В других странах приоритетной является электроэкстракция. Преимущества технологии электроэкстракции – возможность использования бедных по никелю руд, отсутствие ряда компрессорных операций; сокращение выбросов в атмосферу вредных веществ; снижение энергозатрат.

Для электроэкстракции никеля можно использовать электролиты, содержащие сульфат никеля и серную кислоту. Однако в литературе имеются ☐омпреворечивые сведения по концентрации серной кислоты в католите и не приводятся режимы электролиза в промышленных ваннах.

Целью работы является выбор состава электролита и параметров электролиза, позволяющих получить максимальный выход по току при электроосаждении никеля из двухкомпонентного сульфатного электролита.

Установка для определения выхода по току представляла собой систему из двух электролитических ячеек, помещенных в термостат, и медного кулонометра. Электролит готовили из реактивов марки «хч» ($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и «осч» (H_2SO_4). Продолжительность электролиза составляла 1–2 часа в зависимости от катодной плотности тока. В качестве катода использовали титановую матрицу, которую для облегчения снятия осадка никеля предварительно анодировали в течение получаса в растворе серной кислоты. Условия электролиза приведены в таблице.

Составы электролитов и режимы электролиза

Концентрация никеля, г/л	pH	Температура электролита, °C	Катодная плотность тока, $\text{A}/\text{м}^2$
80	2	60, 70, 80	250
	1		
	0,87 (25 г/л H_2SO_4)		
	0,56 (50 г/л H_2SO_4)		
100	1 и 2	60, 70	250, 300, 350
120	1, 2, 2,5 3	60, 70	200, 250, 300, 350

Во всех опытах получены ровные, матовые катодные осадки никеля.

Экспериментальные результаты, полученные в электролите, содержащем 80 г/л ионов никеля, представлены на рис. 1. Они свидетельствуют о том, что с повышением pH увеличивается выход по току никеля. Росту катодного выхода по току никеля способствует также повышение температуры.

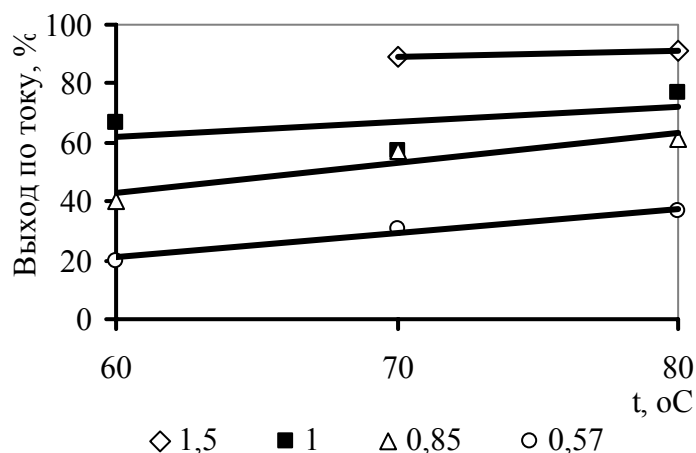


Рис. 1. Зависимость выхода по току от температуры при разных значениях pH

В связи с низким выходом по току никеля в электролитах, содержащих 25 и 50 г/л серной кислоты, в последующем отказались от использования электролитов с низким pH. Также сочли

нецелесообразным проведение электролиза при 80 °C, поскольку в промышленных электролизерах при этой температуре будет наблюдаться высокий унос в атмосферу цеха агрессивного электролита.

Результаты эксперимента, представленные на рис. 2, показывают, что даже при высокой концентрации ионов никеля катодный выход по току в электролите с $\text{pH} = 1$ не превышает 60 %. Следовательно, эти электролиты не могут быть рекомендованы для электроэкстракции никеля.

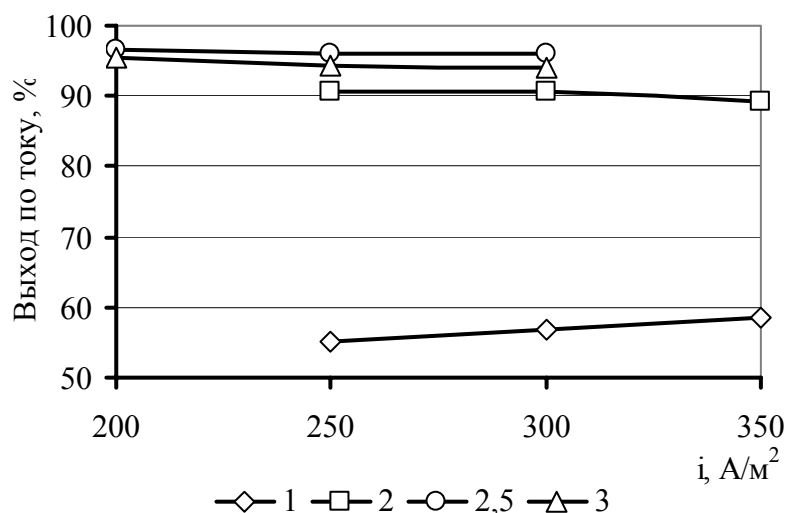


Рис. 2. Зависимость выхода по току от плотности тока при разных pH в электролите, содержащем 120 г/л никеля (температура электролита 60 °C)

Максимальный выход по току при температуре электролита 60 °C определяется при pH раствора 2,5. При этой величине pH меньшее влияние на выход по току

оказывает температура электролита. С увеличением плотности тока почти во всех случаях происходит незначительное снижение выхода по току.

На основании экспериментальных данных можно заключить, что с повышением pH увеличивается выход по току, достигая максимального значения при $\text{pH}=2,5$. Повышение температуры при низких значениях pH увеличивает выход по току значительно сильнее, чем при высоких.

Весь массив экспериментальных данных по влиянию состава электролита и параметров электролиза на катодный выход по току при электроосаждении никеля из сульфатного электролита был обработан с помощью регрессионного анализа в пакете прикладных программ Excel. Анализ заключался в определении коэффициентов уравнения регрессии, статистических оценок коэффициентов уравнения регрессии и его адекватности.

Результаты анализа показали, что концентрация ионов никеля в интервале 80 - 120 г/л не оказывает значимого влияния на выход по току. Методом последовательного исключения незначимых коэффициентов, получили уравнение регрессии, устанавливающее функциональную зависимость между переменными параметрами и функцией отклика:

$$W_t = 69,905 + 0,073 C(\text{Ni}^{2+}) - 0,015 \cdot i_k + 0,170 \cdot t + 3,598 \cdot \text{pH}.$$

Полученное уравнение адекватно описывает экспериментальные результаты в исследованной области pH от 2 до 3. При подстановке значений параметров электролиза в данное уравнение получили величины выхода по току, близкие к экспериментальным. Это свидетельствует о возможности использования полученного уравнения регрессии для расчета выхода по току при известных параметрах электролиза.

Таким образом, полученные результаты позволили определить состав электролита и режим электролиза, при котором электроэкстракцию никеля из сульфатного электролита можно проводить с высокими технико-

экономическими показателями и существенно сократить энергозатраты на производство.

ЭНЕРГИЯ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА – ЧТО МЫ О НЕЙ ЗНАЕМ?

*Серебряков Д.В., Кондратьев С.П.
СРО НП «Союз «Энергоэффективность», УрФУ
director@npse.ru; spk@npse.ru*

В настоящее время валовой региональный продукт (ВРП) принимается в качестве определяющего показателя для оценки успешности всей деятельности руководителя региона. Но это очередная попытка введения целевого показателя по принципу «одной проекции», т.е. финансовой, проще говоря, рублевой. Пренебрежение не менее важной, хотя и «второй проекцией», а именно ресурсной (энергетической) составляющей, ведет к дальнейшему укреплению сложившейся в России экономической основы для новой волны роста цен (тарифов) на энергетические ресурсы, многочисленные виды услуг (перевозки, сельхозпродукты и т.д.). Итог управления по одной проекции в экономике может быть только один – это рост инфляционной составляющей, попытки сокращения денежной массы, утечка капиталов и т.д. и т.п.

Попробуем убедиться в этом на примере решения проблем энергосбережения в российской промышленности. Наиболее распространенное в Интернете мнение (например, С. Коваль и др.), что у энергосбережения есть две главные мотивации: энергия и деньги. Если доступ к энергии лимитирован, то это дополнительный мотив к экономии (например, лимиты на использование газа). Но главный стимул – это всё-таки деньги. Отметим от себя, что эти и тому подобные «стимулы» спорны и, более того, наивны. Практика показала, что лимит – это еще и стимул к коррупционной составляющей, а деньги здесь – это стимул к росту цен на любую продукцию, особенно, если она имеет, хоть □окой-то спрос. В энергосбережении нет, и не может быть однозначных мотиваций, стимулов и т.д. Поэтому в области энергоэффективности должны быть принудительная и поощрительная составляющие. Тем не менее, у нас продолжают рассматривать проблематику энергоэффективности в формате, в котором энергосбережение для всех без исключения – единственное из направлений сокращения ресурсных издержек. Тем более, что энергосберегающих мер сокращения издержек – сотни. Схема выбора их задана Федеральным законом № 261-ФЗ: заказывай энергетическое обследование и получай энергетический паспорт. Там все предложено, тем более, если необходимая по закону регистрация энергопаспорта выполнена. Так ли здесь все однозначно, рассмотрим на примере одного из уральских промышленных предприятий, по понятным причинам назвать его не имеем возможности.

Предприятие приобретает до полумиллиона тонн условного топлива (т у.т.) в год энергоресурсов, использует их при энергетической составляющей в себестоимости произведенной продукции на уровне 25 %. Такую деятельность достаточно энергоэффективной не назовешь. Энергетический паспорт потребителя ТЭР составлен грамотно, в соответствии со всеми установленными